



Docket No. 1232-5083

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant(s): Ken WADA

Group Art Unit: TBA

Serial No.: 10/620,909

Examiner: TBA

Filed: July 15, 2003

For: ZOOM LENS SYSTEM AND PROJECTOR HAVING THE SAME

**CERTIFICATE OF MAILING (37 C.F.R. §1.8(a))**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

I hereby certify that the attached:

1. Claim to Convention Priority;
2. Certified Copy of Claim to Convention Priority document; and
3. Return Receipt Postcard

along with any paper(s) referred to as being attached or enclosed and this Certificate of Mailing are being deposited with the United States Postal Service on date shown below with sufficient postage as first-class mail in an envelope addressed to the: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Respectfully submitted,  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: September 8, 2003

By:

Helen Tiger

**Correspondence Address:**

MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.  
345 Park Avenue  
New York, NY 10154-0053  
(212) 758-4800 Telephone  
(212) 751-6849 Facsimile



Docket No. 1232-5083

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant(s): Ken WADA

Group Art Unit: TBA

Serial No.: 10/620,909

Examiner: TBA

Filed: July 15, 2003

For: ZOOM LENS SYSTEM AND PROJECTOR HAVING THE SAME

**CLAIM TO CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In the matter of the above-identified application and under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. §1.55, applicant(s) claim(s) the benefit of the following prior application(s):

Application(s) filed in: Japan

In the name of: Canon Kabushiki Kaisha

Serial No(s): 2002-212655

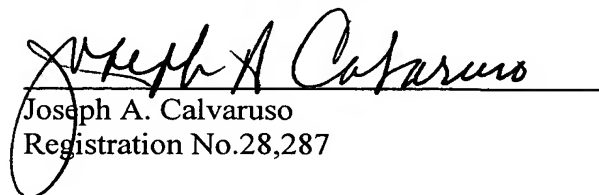
Filing Date(s): July 22, 2002

- ☒ Pursuant to the Claim to Priority, applicant(s) submit(s) a duly certified copy of said foreign applications.
- ☐ A duly certified copy of said foreign application is in the file of application Serial No. \_\_\_\_\_, filed \_\_\_\_\_.

Respectfully submitted,  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: September 4, 2003

By:

  
\_\_\_\_\_  
Joseph A. Calvaruso  
Registration No. 28,287

Correspondence Address:

MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.  
345 Park Avenue  
New York, NY 10154-0053  
(212) 758-4800 Telephone  
(212) 751-6849 Facsimile

CF017417  
US/sei

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年    7 月 2 2 日  
Date of Application:

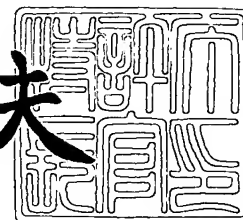
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 2 1 2 6 5 5  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 2 - 2 1 2 6 5 5 ]

出      願      人                      キヤノン株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    8 月 1 1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 4 2 9 7

【書類名】 特許願

【整理番号】 4632021

【提出日】 平成14年 7月22日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02G 15/00

【発明の名称】 ズームレンズ及びそれを有する画像投射装置

【請求項の数】 11

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

    【氏名】 和田 健

【特許出願人】

    【識別番号】 000001007

    【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

    【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

    【識別番号】 100086818

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 高梨 幸雄

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 009623

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9703877

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ズームレンズ及びそれを有する画像投射装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 拡大側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群、正の屈折力を有する第5レンズ群を有し、変倍に際して少なくとも3つのレンズ群が移動するズームレンズであって、該第5レンズ群を構成する正レンズの材料の平均屈折率を $N_{5p}$ とすると、

$$1.62 < N_{5p} < 1.85$$

の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】 前記第1、第5レンズ群はともに変倍に際して、縮小側共役点に対して固定であることを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

【請求項3】 前記第2、第3、第4レンズ群は、いずれも広角端から望遠端への変倍に際して拡大側へ移動することを特徴とする請求項1または2に記載のズームレンズ。

【請求項4】 前記第1レンズ群の焦点距離を $f_1$ 、広角端における全系の焦点距離を $f_w$ とすると、

$$0.5 < |f_w / f_1| < 1.0$$

の条件式を満足することを特徴とする請求項1、2又は3に記載のズームレンズ。

【請求項5】 前記第4レンズ群は4枚以下のレンズによって構成されていることを特徴とする請求項1、2、3又は4に記載のズームレンズ。

【請求項6】 少なくとも1枚の非球面レンズを含むことを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項7】 前記第3レンズ群内又はその近傍に絞りが配置されており、該絞りは変倍の際、該第3レンズ群と一体で動くことを特徴とする請求項1から6のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項8】 広角端での全系の焦点距離を $f_w$ 、前記第5レンズ群の焦点距離を $f_5$ とすると、

$$1. \quad 2 < f_5 / f_w < 4$$

の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 9】 前記第 1 レンズ群を光軸上移動させて、フォーカス調整を行うことを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 10】 請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズを用いて投影像原画をスクリーン面上に投射していることを特徴とする画像投射装置。

【請求項 11】 請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズを用いて画像情報を撮像手段面上に形成していることを特徴とする光学機器。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、ズームレンズ及びそれを有する画像投射装置に関し、例えば長いバックフォーカスを有し、照明系との瞳整合性が良好に保たれたコンパクトなズームレンズで高精細のモバイル液晶プロジェクターに好適なものである。

##### 【0002】

この他本発明はレンズシャッターカメラ、ビデオカメラ、デジタルカメラ等のうち比較的にバックフォーカスの長いカメラ（光学機器）に最適な高い光学性能を有したズームレンズに関する。

##### 【0003】

##### 【従来の技術】

従来より、液晶表示素子等の表示素子を用いて、その表示素子に基づく画像をスクリーン面に投射する液晶プロジェクター（画像投射装置）が種々提案されている。

##### 【0004】

特に液晶プロジェクターはパソコン等の画像を大画面に投影してみることができ、装置として会議およびプレゼンテーション等に広く利用されるようになってきている。

**【 0 0 0 5 】**

近年このような液晶プロジェクターに関しては、以下に掲げる事項が要望されている。

**【 0 0 0 6 】**

◎R. G. Bの3色の液晶表示素子を3枚使用する3板方式のプロジェクション装置では、液晶表示素子を透過した後の色光を合成する色合成手段としてのダイクロミックプリズムおよび偏光板等の光学素子を配置するスペースを液晶表示素子と投射レンズとの間に設けなければならず、一定長のバックフォーカスが必要となること。

**【 0 0 0 7 】**

◎前記色合成手段に用いる色合成膜の角度依存の影響を極小にする為、また照明系との良好な瞳整合性を確保するために液晶表示素子(縮小)側の瞳が無限遠方にある所謂テレセントリック光学系であること。

**【 0 0 0 8 】**

◎3色の液晶表示素子に基づく画像(絵)をスクリーンに合成投射したとき、文字等が二重に見えたりすると解像感および品位がそこなわれるので、これを防止する為各色の画素を画面の全域にて良好に重ね合わせることが必要となること。そのため、投射レンズにて発生する色ずれ(倍率色収差)を可視光帯域全域にて良好に補正すること(レンズ系がアポクロマートであること)。

**【 0 0 0 9 】**

◎投影された画像に関して輪郭部で歪んで見苦しくならないように歪曲収差が良好に補正されていること(特に画面周辺および中間部等での急激な歪曲収差の変化等が残存すると、画像品位が低下して好ましくない)。

**【 0 0 1 0 】**

◎画面の高輝度・画像の高精細化といったニーズの一方で、小型パネル搭載のプロジェクターでは機動性を重視すべく装置の小型・軽量化であること。

**【 0 0 1 1 】**

このような小型の画像投射装置の使用環境を考慮して、より短い投射距離で大画面の投射が実現できること。



**【 0 0 1 2 】**

一方、液晶プロジェクター用の投射レンズとして従来よりズームレンズが種々提案されている。

**【 0 0 1 3 】**

その中でも負の屈折力のレンズ群が先行するレトロフォーカス型のズームレンズは、広画角用の投射レンズとしてプロジェクターに多用されている。この他撮影レンズとしてビデオカメラ、フィルムカメラ、デジタルカメラ等の光学機器にも多く用いられている。

**【 0 0 1 4 】**

例えば液晶プロジェクター用の投射レンズ（ズームレンズ）として拡大側より順に、負、正、正、正、正の屈折力のレンズ群配列による全体として5つのレンズ群より構成し、このうち所定のレンズ群を適切に移動させて変倍を行っている5群ズームレンズが特開 2 0 0 1 - 0 9 1 8 2 9 号公報で提案されている。

**【 0 0 1 5 】**

この5群ズームレンズでは第1および5レンズ群を固定として広角端から望遠端への変倍に際してレンズ系内部の第2～第4レンズ群を全て縮小側へ移動することにより、レンズ全長を一定に保ち、広画角であり、又、テレセントリック性を確保している。

**【 0 0 1 6 】****【発明が解決しようとする課題】**

液晶表示体に基づく表示画像を投射レンズにてスクリーンに拡大投射する投射レンズに対しては大口径で広画角化を達成しながらも小型・軽量のレンズ系が要望されている。

**【 0 0 1 7 】**

しかしながら、投射レンズの明るさを大口径とし、又、画角を広画角にしようとする、一般的には収差補正が難しくなり、かつ投射レンズが大型化してくる。又、構成レンズ枚数が増加することにより分光透過率が低下してくる。

**【 0 0 1 8 】**

先の特開 2 0 0 1 - 0 9 1 8 2 9 号公報で提案されているズームレンズは、明

るさがF値2と大きく（暗く）、また構成レンズ枚数が全体で12枚前後と比較的多い。

#### 【0019】

また、最も縮小共役側に付加されている第5レンズ群を構成するレンズ材料の屈折率が小さいため軸外光束に対する収差補正が困難になる傾向があった。

#### 【0020】

本発明は、レンズ系全体の小型化を図りつつ、変倍に伴う諸収差を良好に補正し、画面全体にわたり良好なる光学性能を有した液晶プロジェクター用に好適なズームレンズ及びそれを有する画像投射装置の提供を目的とする。

#### 【0021】

この他本発明は、画像情報をフィルム、CCD等の撮像手段面上に形成するビデオカメラ、フィルムカメラ、デジタルカメラ等の光学機器に好適なズームレンズの提供を目的とする。

#### 【0022】

##### 【課題を解決するための手段】

請求項1の発明のズームレンズは、拡大側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群、正の屈折力を有する第5レンズ群を有し、変倍に際して少なくとも3つのレンズ群が移動するズームレンズであって、該第5レンズ群を構成する正レンズの材料の平均屈折率を $N_{5p}$ とするととき、

$$1.62 < N_{5p} < 1.85$$

の条件式を満足することを特徴としている。

#### 【0023】

請求項2の発明は請求項1の発明において前記第1、第5レンズ群はともに変倍に際して、縮小側共役点に対して固定であることを特徴としている。

#### 【0024】

請求項3の発明は請求項1または2の発明において前記第2、第3、第4レンズ群は、いずれも広角端から望遠端への変倍に際して拡大側へ移動することを特徴としている。

**【 0 0 2 5 】**

請求項 4 の発明は請求項 1、2 又は 3 の発明において前記第 1 レンズ群の焦点距離を  $f_1$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$  とするとき、

$$0.5 < |f_w / f_1| < 1.0$$

の条件式を満足することを特徴としている。

**【 0 0 2 6 】**

請求項 5 の発明は請求項 1、2、3 又は 4 の発明において前記第 4 レンズ群は 4 枚以下のレンズによって構成されていることを特徴としている。

**【 0 0 2 7 】**

請求項 6 の発明は請求項 1 から 5 のいずれか 1 項の発明において少なくとも 1 枚の非球面レンズを含むことを特徴としている。

**【 0 0 2 8 】**

請求項 7 の発明は請求項 1 から 6 のいずれか 1 項の発明において前記第 3 レンズ群内又はその近傍に絞りが配置されており、該絞りは変倍の際、該第 3 レンズ群と一体で動くことを特徴としている。

**【 0 0 2 9 】**

請求項 8 の発明は請求項 1 から 7 のいずれか 1 項の発明において広角端での全系の焦点距離を  $f_w$ 、前記第 5 レンズ群の焦点距離を  $f_5$  とするとき、

$$1.2 < f_5 / f_w < 4$$

の条件式を満足することを特徴としている。

**【 0 0 3 0 】**

請求項 9 の発明は請求項 1 から 8 のいずれか 1 項の発明において前記第 1 レンズ群を光軸上移動させて、フォーカス調整を行うことを特徴としている。

**【 0 0 3 1 】**

請求項 10 に記載の画像投射装置は、請求項 1 乃至 9 いずれか 1 項に記載のズームレンズを用いて投影像原画をスクリーン面上に投射していることを特徴としている。

**【 0 0 3 2 】**

請求項 11 に記載の光学機器は、請求項 1 乃至 9 いずれか 1 項に記載のズーム

レンズを用いて画像情報を撮像手段面上に形成していることを特徴としている。

### 【0033】

#### 【発明の実施の形態】

図1は本発明の実施形態1のズームレンズを用いた画像投射装置（液晶ビデオプロジェクター）の要部概略図である。図2、図3は本発明の実施形態1に対応する後述する数値実施例1の数値をmm単位で表わした時の物体距離2.1mのときの広角端と望遠端における収差図である。

### 【0034】

図4は本発明の実施形態2のズームレンズを用いた画像投射装置（液晶ビデオプロジェクター）の要部概略図である。図5、図6は本発明の実施形態2に対応する後述する数値実施例2の数値をmm単位で表わした時の物体距離1.9mのときの広角端と望遠端における収差図である。

### 【0035】

図7は本発明の実施形態3のズームレンズを用いた画像投射装置（液晶ビデオプロジェクター）の要部概略図である。図8、図9は本発明の実施形態3に対応する後述する数値実施例3の数値をmm単位で表した時の物体距離1.7mの時の広角端と望遠端の収差図である。

### 【0036】

図10は本発明の実施形態4のズームレンズを用いた画像投射装置（液晶ビデオプロジェクター）の要部概略図である。図11、図12は本発明の実施形態4に対応する後述する数値実施例4の数値をmm単位で表わしたときの物体距離1.5mの時の広角端と望遠端の収差図である。

### 【0037】

実施形態1～4における画像投射装置ではLCDの原画をズームレンズPLを用いてスクリーン面S上に拡大投影している状態を示している。

### 【0038】

画像投射装置の要部概略図において（A）は広角端、（b）は望遠端のズーム位置を示す。PLはズームレンズである。L1は負の屈折力の第1レンズ群、L2は正の屈折力の第2レンズ群、L3は正の屈折力の第3レンズ群、L4は正の

屈折力の第4レンズ群、L5は正の屈折力の第5レンズ群である。

【0039】

Sはスクリーン面（投影面）、LCDは液晶パネル（液晶表示素子）等の原画像（被投影面）である。スクリーン面Sと原画像LCDとは共役関係にあり、一般にはスクリーン面Sは距離の長い方の共役点（第1共役点）で拡大側に、原画像LCDは距離の短い方の共役点（第2共役点）で縮小側に相当している。

【0040】

GBは色合成プリズムや偏光フィルター、そしてカラーフィルター等のガラスブロックである。ASPは非球面、SPは絞りである。

【0041】

ズームレンズPLは接続部材（不図示）を介して液晶ビデオプロジェクター本体（不図示）に装着されている。ガラスブロックGB以降の液晶表示素子LCD側はプロジェクター本体に含まれている。

【0042】

各実施形態では広角端（A）から望遠端（B）への変倍（ズーミング）に際して矢印のように第2レンズ群L2、第3レンズ群L3そして第4レンズ群L4を第1共役点側（スクリーンS側）へ独立に移動させている。変倍に際し、第1レンズ群L1、第5レンズ群L5は固定である。又、第1レンズ群L1を光軸上移動させてフォーカスを行っている。

【0043】

各実施形態では拡大側に負、縮小側に正の屈折力のレンズ群を配置しレトロフォーカスタイプ（ネガティブリード型）を構成することによって、長いバックフォーカスを容易に確保している。各実施形態では、スクリーンS上での照度分布を均一にするために、各レンズ面に多層コートを施している。

【0044】

各実施形態では、負の屈折力のレンズ群が先行するネガティブリード型を採用することにより、広画角化および長いバックフォーカスを容易に確保している。反面高変倍化が難しくなることに対しては、変倍時の可動成分を3成分とすることにより変倍時の収差変動を抑えたコンパクトな光学系を実現している。

## 【0045】

また、第1レンズ群L1および第5レンズ群L5はともに変倍に際して、縮小共役面に対して固定してズーム全長を不変とすることで投写レンズ系としての堅牢性を確保し、また有効径の大きな第1レンズ群L1を変倍時に固定とし重量バランスの変化を少なくし、機構面で有利に作用するようにしている。

## 【0046】

変倍に際しては、第3レンズ群L3が縮小側から拡大側に移動することによって主たる変倍を担い、第2レンズ群L2が拡大側に移動して前記変倍に伴うピント面の移動を補正する役目を担っている。第4レンズ群L4は絞りSPが第3レンズ群L3とともに移動することに起因する瞳移動を補正するためにも、変倍レンズ群である第3レンズ群L3と同じ拡大側に移動する。第4レンズ群L4は変倍時の収差変動を小さくするために、絞りSPの動きに沿った方向つまり拡大側へと移動しており、略等倍近辺にて作用している。

## 【0047】

第5レンズ群は、従来の負、正、正、正の屈折力のレンズ群より成る4群ズームレンズにさらに独立した正の屈折力を有する第5レンズ群を像面近傍に付加することにより、第1レンズ群L1から第4レンズ群L4の合成の正の屈折力を弱める作用をし、高画角化および大口径化に有利な構成となっている。レンズ系の屈折力配置として考えると第5レンズ群L5の正の屈折力としては比較的大きな屈折力をもつ傾向となることから、第5レンズ群L5を構成する正レンズの材料の平均屈折率 $N_{5p}$ としては収差補正の観点より

$$1.62 < N_{5p} < 1.85 \quad \dots (1)$$

を満足するようにしている。

## 【0048】

更に好ましくは

$$1.65 < N_{5p} < 1.8 \quad \dots (1a)$$

とするのが良い。

## 【0049】

尚、平均屈折率 $N_{5p}$ は第5レンズ群L5が1つの正レンズより成るときは、

該正レンズの材料の屈折率となる。

【0050】

第5レンズ群L5を構成する正レンズに高い屈折率の材料を用いることにより、絞り面から遠いことによって歪曲などの軸外収差および内向性コマ収差の発生を低減する効果ばかりでなく、ペッツバル和を小さく設計することも可能としている。

【0051】

第1レンズ群L1の焦点距離を $f_1$ 、また広角端における全系の焦点距離を $f_w$ としたとき、

$$0.5 < |f_w / f_1| < 1.0 \quad \dots (2)$$

を満足するようにしている。

【0052】

条件式(2)は第2～第5レンズ群L2～L5の作用倍率を決定する式であり下限を超えると収差補正上は有利に作用するが、色合成系を配置するためのバックフォーカスが不足し、逆に上限を超えると、第1レンズ群L1の負の屈折力が強くなり必要以上のバックフォーカススペースが発生するばかりか、特に歪曲収差などの軸外収差補正が困難となるため好ましくない。

【0053】

更に好ましくは

$$0.65 < |f_w / f_1| < 0.95 \quad \dots (2a)$$

とするのが良い。

【0054】

また光学系全体の構成レンズ枚数を少なくするためにも屈折力配分が小さくなる第4レンズ群L4に関しては4枚以下のレンズによって構成されている。また、コンパクト化の実現のため各レンズ群の屈折力の増加に伴う諸収差の劣化を補正するために、レンズ系内部に少なくとも1枚の非球面レンズを採用している。

【0055】

非球面レンズとしては、ガラス成形によるもの、または薄い樹脂などを成形してなるハイブリッド非球面等を選んでいるが解像度の目標と、非球面の敏感度に

よって、プラスチック成形による非球面レンズを用いてもよい。

【0056】

また、絞りSPは本来独立に移動させることが良いが、変倍の際のカム溝が追加される等、生産上の要件を併せて考えると、第3レンズ群L3内といった変倍レンズ群内に配置することが望ましい。

【0057】

さらには広角端での全系の焦点距離を $f_w$ および第5レンズ群L5の焦点距離を $f_5$ としたとき。

【0058】

$$1. \quad 2 < f_5 / f_w < 4 \quad \dots (3)$$

を満足するようにしている。

【0059】

前述のように正の屈折力の第5レンズ群L5を像面近傍に付加することにより、第1～第4レンズ群L1～L4の合成屈折力を弱める作用をし、高画角化および大口径化に有利な作用をする。条件式(3)の下限をこえると第5レンズ群の屈折力が大きくなりすぎ、歪曲および内向性コマフレア等が大きくなる。また逆に上限をこえると第5レンズ群L5の屈折力が小さくなりすぎ、第1～第4レンズ群L1～L4の屈折力を弱める効果が少なくなり、高性能化の効果がうすれてくるので好ましくない。また、なるべく高屈折率の材料を採用することが望ましい。

【0060】

更に好ましくは

$$2 < f_5 / f_w < 3.8 \quad \dots (3a)$$

とするのが良い。

【0061】

また、拡大側の投影距離の変化に応じたフォーカス機構は第1レンズ群で担うことによって、最も簡易的な機構で光学系を実現している。

【0062】

次に各実施形態の特徴について説明する。



**【0063】**

まず図1の実施形態1について説明する。

**【0064】**

第1レンズ群L1は、拡大側より順に、負、負、正レンズの3枚構成とし、最も拡大側の負レンズの縮小側の面に非球面を採用している。この非球面は球面硝子の上に薄いプラスチックを成型してなるハイブリッドタイプの非球面であり、主に歪曲収差を効率良く補正している。

**【0065】**

第2レンズ群L2は、両レンズ面が凸面の正レンズ1枚で構成としており、主に第1レンズ群L1で発生した諸収差の補正と、変倍時に縮小側のピント面位置を補正する働きを担っている。この正レンズには屈折率の高い（1.8以上）硝子材を用いペッツバル和の補正および変倍時の球面収差等の収差変動を小さくしている。大口径であって、高い空間周波数で高いレスポンスが要求されると焦点深度が浅くなる。そのため中間像高等での像面湾曲および非点収差が大きいと解像感が劣化する。これを防止するにはペッツバル和が小さく補正されていることが重要である。第2レンズ群L2はさらに色収差の補正の観点から、第1レンズ群L1で発生した倍率色収差を効率よく補正するため材料として高分散特性を有し、さらに異常分散性を有するランタン系の重フリント材等を選択している。また、変倍を担う第3レンズ群L3および第4レンズ群L4の広角端での倍率が等倍近辺となるようにしてピント面補正時の第2レンズ群L2の移動量が小さくなるようにしている。

**【0066】**

第3レンズ群L3は、両レンズ面が凸面の正レンズ1枚で構成としており、主たる変倍レンズ群としての役割を担っている。第3レンズ群L3は全変倍領域での倍率が略等倍率近辺の範囲内で使用している。なお、絞りSPは第3レンズ群L3内に存在し、変倍時に第3レンズ群L3とともに移動しており、変倍時の軸外収差の変動をおさえている。

**【0067】**

第4レンズ群L4は負、負、正、正レンズの4枚構成とし、最も拡大側に負の

屈折力のレンズを配置している。この負の屈折力のレンズにより、効率よくペッツバル和を小さくしている。さらに主平面位置を液晶表示装置側に配置して、良好なテレセントリック性能およびバックフォーカスを十分長く確保することを容易にしている。また縮小側のレンズG9の両面を非球面としている。前記非球面はプラスチックを成型して構成しており、拡大側の面は主に像面湾曲を、また縮小側の面は主に歪曲および球面収差を効率よく補正している。

#### 【0068】

また、第5レンズ群L5は、縮小倍率で作用して第1～4レンズ群L1～L4の合成屈折力を弱める作用をしており、材料の屈折率が1.65のレンズで構成している。

#### 【0069】

実施形態1では、F値が1.6と小さいため高輝度で、100型を約3mと短い投写距離で投写可能なズームレンズを実現している。

#### 【0070】

次に図4の実施形態2について実施形態1と異なる構成を中心に説明する。

#### 【0071】

第3レンズ群L3は、拡大側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ1枚で構成している。

#### 【0072】

第4レンズ群L4は、負、正、正レンズの3枚構成とし、縮小側に配置されたレンズG8の両レンズ面を球面で構成している。また第4レンズ群L4内の拡大側に配置された貼合レンズのうちレンズG7の材料は、比較的低分散の硝子である（株）オハラのFSL5（商品名）を採用している。レンズG7としてはこの限りでなく、色収差などさらなる改善のために（株）オハラのFPL51（商品名）などの異常分散性が高い硝子を採用しても良い。

#### 【0073】

また、第5レンズ群L5は縮小倍率で作用して第1～4レンズ群L1～L4の合成屈折力を弱める作用をしており、構成するレンズの材料の屈折率が1.72と実施形態1に比べて大きな屈折率の材料を選択して、主にペッツバル和およ

び内向性コマ・歪曲などの諸収差を良好に補正している。本実施形態では第5レンズ群L5を構成するレンズの材料の屈折率が1.8以上の硝子を採用すればさらに上述の収差補正の効果を向上させることができる。その他の構成および作用については、実施形態1と同じである。

#### 【0074】

実施形態2では、F値が1.8と小さいため高輝度で、100型を約2.7mと短い投写距離で投写可能なズームレンズを実現している。

#### 【0075】

次に図7の実施形態3について実施形態1と異なる点を中心に説明する。

#### 【0076】

第3レンズ群L3は拡大側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ1枚より構成している。

#### 【0077】

第4レンズ群L4は、負、正、正レンズの3枚構成とし、最も縮小側に配置されたレンズG8の縮小側の面を非球面としている。この非球面は球面硝子の上に薄いプラスチックを成型してなるハイブリッドタイプの非球面であり、主に歪曲および球面収差を効率よく補正している。尚、この非球面を硝子の成形よりなる非球面としても良い。

#### 【0078】

また、第5レンズ群L5は縮小倍率で作用して第1～4レンズ群L1～L4の合成屈折力を弱める作用をしており、材料の屈折率が1.72のレンズで構成している。その他の構成および作用については、実施形態1と同じである。

#### 【0079】

実施形態3では、F値が1.8と小さいため高輝度で、100型を約2.4mと短い投写距離で投写可能なズームレンズを実現している。

#### 【0080】

次に図10の実施形態4について実施形態1と異なる点を中心に説明する。

#### 【0081】

実施形態4では他の実施形態と比較して最も広画角の仕様なため、特に負の屈

折力の第1レンズ群の屈折力が他の実施形態に比べて強いレンズ構成となる。第1レンズ群L1が拡大側より負、負、正レンズの3枚構成であり最も拡大側の負レンズG1の縮小側面に非球面を採用している。前記非球面は球面硝子の上に薄いプラスチックを成型してなるハイブリッドタイプの非球面であり、主にレトロフォーカスの非対称の屈折力配置に起因する歪曲収差、コマ収差などの発生を抑えている。

#### 【0082】

第3レンズ群L3は拡大側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ1枚より構成している。

#### 【0083】

第4レンズ群L4は負、正、正レンズの3枚構成であり、正レンズG7、正レンズG8の材料に低分散硝子であるFPL51を採用して特に画面周辺部分の倍率色収差などを良好に補正している。さらに、正レンズG8の縮小側の面に非球面を取りいれている。本実施形態では、球面硝子の上に薄いプラスチックを成型してなるハイブリッドタイプの非球面であり主に歪曲および球面収差を効率よく補正している。

#### 【0084】

また、第5レンズ群L5は、縮小倍率で作用して第1～4レンズ群L1～L4の合成屈折力を弱める作用をしており、材料の屈折率が1.67のレンズで構成している。その他の構成および作用については、実施形態1と同じである。

#### 【0085】

実施形態4ではF値が1.8と小さいため高輝度で、100型を約2.1mと短い投写距離で投写可能なズームレンズを実現している。

#### 【0086】

以下に実施形態1～4のズームレンズの数値データに各々対応する数値実施例1～4を示す。各数値実施例においてiは拡大側からの光学面の順序を示し、 $R_i$ は第i番目の光学面（第i面）の曲率半径、 $d_i$ は第i面と第i+1面との間の間隔、 $N_i$ と $\nu_i$ はそれぞれd線に対する第i番目の光学部材の材質の屈折率、アッペ数を示す。fは焦点距離、FNOはFナンバー、 $\omega$ は半画角である。

**【0087】**

また数値実施例1の最も像側の3つの面、数値実施例2～4の最も像側の2つの面は、色分解プリズム、フェースプレート、各種フィルター等に想到するガラスブロックGBを構成する面である。

**【0088】**

またkを離心率、A、B、C、D、Eを非球面係数、光軸からの高さhの位置での光軸方向の変位を面頂点を基準にしてxとすると、非球面形状は、

$$x = (h^2/R) / [1 + [1 - (1+k)(h/R)^2]^{1/2}] + Ah^4 + Bh^6 + Ch^8 + Dh^{10} + Eh^{12}$$

で表示される。但しRは曲率半径である。

**【0089】**

なお、例えば「e-Z」の表示は「10-Z」を意味する。

**【0090】**

前述の各条件式と数値実施例における諸数値との関係を表1に示す。  
又、各数値実施例における上述した条件式との対応を表1に示す。

**【0091】**

## 【外 1】

## 数値実施例1

f: 21.9 ~ 26.0 FNO: 1.60 ~ 1.77  $\omega$ : 29.05° ~ 25.02°

	Ri	di	Ni	$\nu_i$
1	101.512	1.65	1.705	41.2
2	19.804	0.05	1.526	51.4
3 (非球面)	10.59			
4	-29.440	1.50	1.605	60.6
5	267.824	0.94		
6	-218.285	3.74	1.839	37.2
7	-47.624 (可変)			
8	71.040	3.49	1.810	40.9
9	-336.750 (可変)			
10	38.913	5.16	1.625	53.2
11	-192.889 (可変)			
12	-36.254	1.00	1.839	37.2
13	-65.805	3.38		
14	-21.625	1.25	1.812	25.4
15	499.750	0.15		
16	48.671	9.27	1.489	70.2
17	-24.239	0.15		
18 (非球面)	4.58	1.532	55.5	
19 (非球面)(可変)				
20	59.309	4.33	1.661	50.9
21	-192.852	1.45		
22	$\infty$	41.50	1.625	58.2
23	$\infty$	2.60	1.518	64.1
24	$\infty$			

## 間隔データ

	W	T
d 7	2.34	1.93
d 9	10.83	0.55
d11	22.03	23.98
d19	0.55	9.30

## 非球面データ

	c(1/r)	k	A	B	C	D	E
3	5.882e-02	-8.094e-01	-3.470e-06	4.374e-09	-4.127e-11	1.016e-13	-1.261e-17
18	1.941e-03	-1.800e+03	-6.560e-06	-1.646e-08	-9.565e-12	-5.385e-14	6.152e-16
19	-2.392e-02	-7.891e-01	2.950e-06	-2.533e-09	1.130e-11	-7.880e-14	7.862e-16

【0092】

## 【外 2】

## 数値実施例2

f: 19.2 ~ 22.9 FNO: 1.84 ~ 2.05  $\omega$ : 32.33° ~ 27.97°

	Ri	di	Ni	$\nu$ i
1	46.383	1.65	1.705	41.2
2	19.914	0.05	1.526	51.4
3 (非球面)	12.21			
4	-46.696	1.50	1.605	60.6
5	59.000	3.15		
6	-117.243	2.63	1.839	37.2
7	-64.042 (可変)			
8	69.656	3.95	1.839	37.2
9	-223.405 (可変)			
10	37.955	3.86	1.776	49.6
11	6991.750 (可変)			
12	-21.065	1.25	1.854	23.8
13	39.720	8.95	1.489	70.2
14	-22.356	0.20		
15	339.726	4.07	1.661	50.9
16	-42.429 (可変)			
17	42.559	4.61	1.727	38.0
18	-201.557	5.00		
19	$\infty$	29.20	1.518	64.1
20	$\infty$			

## 間隔データ

	W	T
d7	2.06	1.95
d9	10.63	0.55
d11	25.65	28.92
d16	0.55	7.47

## 非球面データ

	c(1/r)	k	A	B	C	D	E
3	5.882e-02	-6.245e-01	1.563e-06	-4.654e-08	3.006e-10	-1.062e-12	1.378e-15

【0093】

## 【外 3】

## 数値実施例3

f: 17.2 ~ 20.4 FNO: 1.84 ~ 2.04  $\omega$ : 35.28° ~ 30.83°

	Ri	d i	Ni	$\nu$ i
1	41.822	1.65	1.705	41.2
2	20.338	0.05	1.526	51.4
3 (非球面)	13.90			
4	-47.727	1.50	1.605	60.6
5	42.130	4.22		
6	-24464.713	2.45	1.839	37.2
7	-144.720 (可変)			
8	75.215	3.72	1.839	37.2
9	-145.290 (可変)			
10	33.852	3.77	1.735	40.5
11	431.918 (可変)			
12	-22.539	1.25	1.854	23.8
13	32.138	7.93	1.489	70.2
14	-31.470	0.20		
15	170.672	6.68	1.591	61.1
16	-26.482	0.05	1.526	51.4
17 (非球面) (可変)				
18	43.286	5.01	1.727	38.0
19	-230.165	5.00		
20	$\infty$	29.20	1.518	64.1
21	$\infty$			

## 間隔データ

	W	T
d 7	2.37	1.96
d 9	9.92	0.55
d11	21.78	24.68
d17	0.55	7.43

## 非球面データ

	c(1/r)	k	A	B	C	D	E
3	5.882e-02	-6.497e-01	6.834e-07	-4.593e-08	2.774e-10	-9.413e-13	1.046e-15
17	-3.619e-02	-4.413e-01	1.169e-06	2.261e-09	-1.199e-11	-6.980e-14	3.333e-16

【0094】



## 【外 4】

## 数値実施例4

f: 14.9 ~ 17.7 FNO: 1.84 ~ 2.06  $\omega$ : 39.16° ~ 34.40°

	Ri	di	Ni	$\nu$ i
1	37.044	1.65	1.705	41.2
2	19.103	0.05	1.526	51.4
3 (非球面)	22.75			
4	-33.331	1.50	1.605	60.6
5	42.393	3.04		
6	115.344	2.43	1.766	40.1
7 -1099.749 (可変)				
8	136.432	3.14	1.839	37.2
9 -71.027 (可変)				
10	33.681	3.53	1.735	40.5
11 1322.136 (可変)				
12	-25.827	1.25	1.826	29.7
13	23.164	6.70	1.498	81.5
14	-31.410	0.15		
15	111.567	6.10	1.498	81.5
16	-23.034	0.05	1.526	51.4
17 (非球面)(可変)				
18	37.812	4.46	1.673	47.2
19	-846.872	5.00		
20 $\infty$	29.20	1.518	64.1	
21 $\infty$				

## 間隔データ

	W	T
d 7	2.28	1.97
d 9	10.54	1.70
d11	18.89	21.27
d17	0.55	7.30

## 非球面データ

	c(1/r)	k	A	B	C	D	E
3	6.452e-02	-6.810e-01	4.419e-06	-4.335e-08	2.465e-10	-7.187e-13	5.847e-16
17	-4.053e-02	-2.775e-01	-2.809e-07	-6.822e-09	-4.690e-11	5.243e-14	-5.340e-16

【0095】

【表1】

表1

条 件 式	数値実施例			
	1	2	3	4
(1) N5p	1.66	1.72	1.72	1.67
(2) $f_w/f_1$	0.893	0.846	0.825	0.894
(3) $f_5/f_w$	3.169	2.544	2.949	3.625

【0096】

図13は本発明の画像投射装置の実施形態の要部概略図である。

【0097】

同図は前述したズームレンズを3板式のカラー液晶プロジェクターに適用し複数の液晶表示素子に基づく複数の色光の画像情報を色合成手段を介して合成し、投射レンズでスクリーン面上に拡大投射する画像投射装置を示している。図13においてカラー液晶プロジェクター1はR、G、Bの3枚の液晶パネル5B、5G、5GからのRGBの各色光を色合成手段としてのプリズム2で1つの光路に合成し、前述したズームレンズより成る投影レンズ3を用いてスクリーン4に投影している。

【0098】

図14は本発明の光学機器の実施形態の要部概略図である。本実施形態ではビデオカメラ、フィルムカメラ、デジタルカメラ等の撮像装置を含む光学機器に撮影レンズとして前述したズームレンズを用いた例を示している。

【0099】

図14においては被写体9の像を撮影レンズ8で感光体7に結像し、画像情報を得ている。感光体7は、フィルムカメラの場合では銀塩フィルムに対応し、ビデオカメラやデジタルカメラの場合ではCCD、CMOS等の固体撮像素子に対応する。

【0100】

なお、撮影レンズに前述したズームレンズを適用する場合には、被写体が距離の長い方の共役点（第1共役点）で拡大側に相当し、感光体の置かれる位置が距

離の短い方の共役点（第2共役点）で縮小側に相当する。

【0101】

【発明の効果】

本発明によれば、レンズ系全体の小型化を図りつつ、変倍に伴う諸収差を良好に補正し、画面全体にわたり良好なる光学性能を有した液晶プロジェクター用に好適なズームレンズ及びそれを用いた画像投射装置を達成することができる。

【0102】

この他本発明によれば画像情報をフィルム、CCD等の撮像手段面上に形成するビデオカメラ、フィルムカメラ、デジタルカメラ等の光学機器に好適なズームレンズを達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態1のズームレンズを用いた画像投射装置の要部概略図。

【図2】 本発明の数値実施例1のズームレンズをmm単位で表わしたときの物体距離2.1mのときの広角端の収差図。

【図3】 本発明の数値実施例1のズームレンズをmm単位で表わしたときの物体距離2.1mのときの望遠端の収差図

【図4】 本発明の実施形態2のズームレンズを用いた画像投射装置の要部概略図。

【図5】 本発明の数値実施例2のズームレンズをmm単位で表わしたときの物体距離1.9mのときの広角端の収差図。

【図6】 本発明の数値実施例2のズームレンズをmm単位で表わしたときの物体距離1.9mのときの望遠端の収差図

【図7】 本発明の実施形態3のズームレンズを用いた画像投射装置の要部概略図。

【図8】 本発明の数値実施例3のズームレンズをmm単位で表わしたときの物体距離1.7mのときの広角端の収差図。

【図9】 本発明の数値実施例3のズームレンズをmm単位で表わしたときの

物体距離 1.7 m のときの望遠端の収差図

【図 10】 本発明の実施形態 4 のズームレンズを用いた画像投射装置の要部概略図。

【図 11】 本発明の数値実施例 4 のズームレンズを mm 単位で表わしたときの物体距離 1.5 m のときの広角端の収差図。

【図 12】 本発明の数値実施例 4 のズームレンズを mm 単位で表わしたときの物体距離 1.5 m のときの望遠端の収差図

【図 13】 本発明の画像投射装置をカラー液晶プロジェクターに適用したときの実施形態の要部概略図

【図 14】 本発明の光学機器の実施形態の要部概略図

【符号の説明】

L 1 第 1 レンズ群

L 2 第 2 レンズ群

L 3 第 3 レンズ群

L 4 第 4 レンズ群

L 5 第 5 レンズ群

A S P 非球面

L C D 液晶表示装置 (像面)

S P 絞リ

G B 硝子ブロック (色合成プリズム)

$\Delta$  S S a g i t t a l 像面の倒れ

$\Delta$  M M e r i d i o n a l 像面の倒れ

1 液晶プロジェクター

2 色合成手段

3 投射レンズ

4 スクリーン

5 (5 B、5 G、5 R) 液晶パネル

6 撮像装置

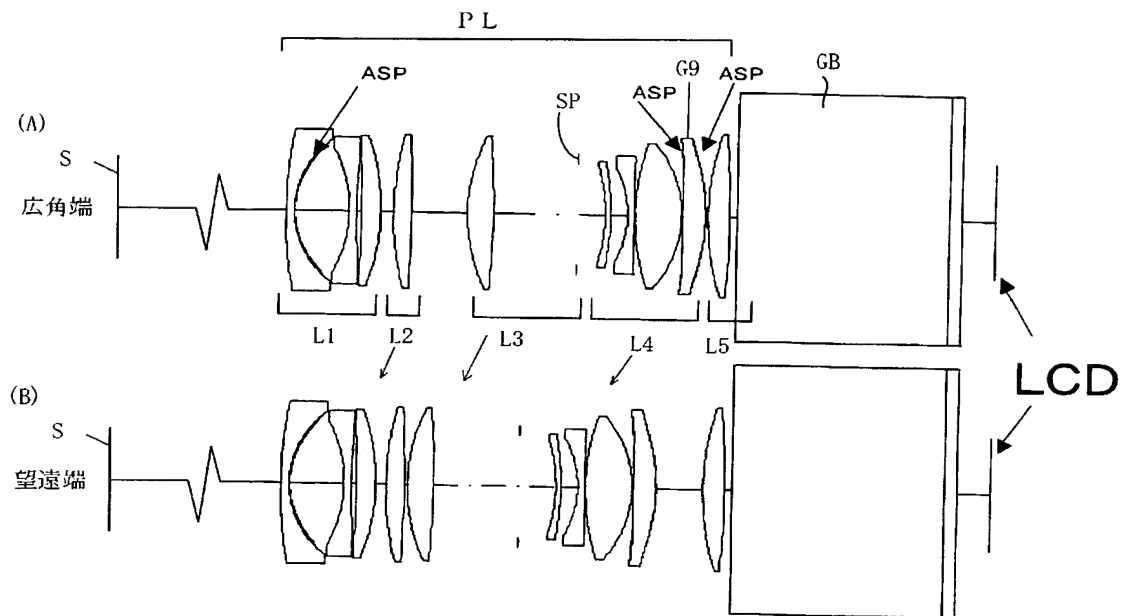
7 撮像手段

8 撮影レンズ

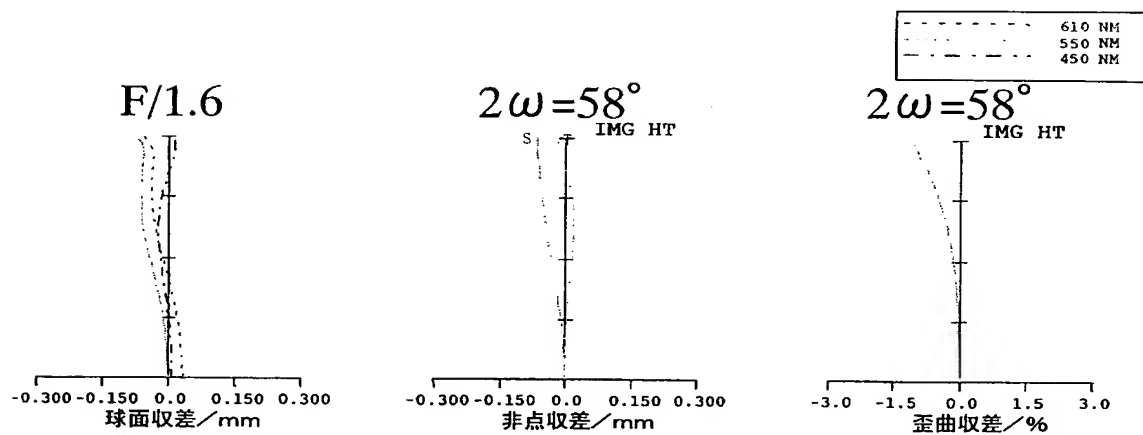
9 被写体

【書類名】 図面

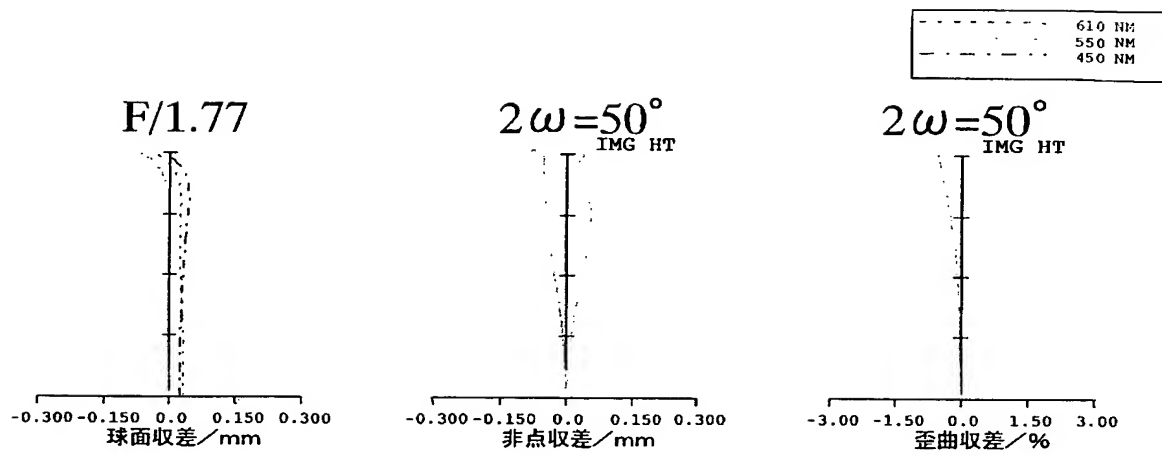
【図 1】



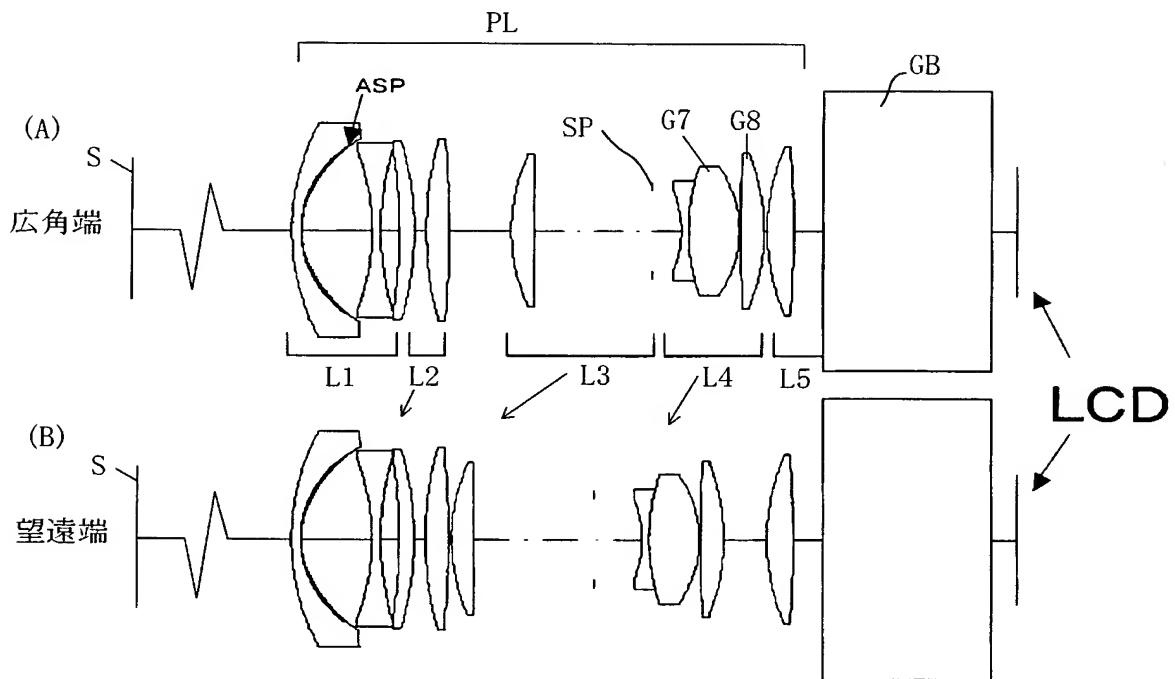
【図 2】



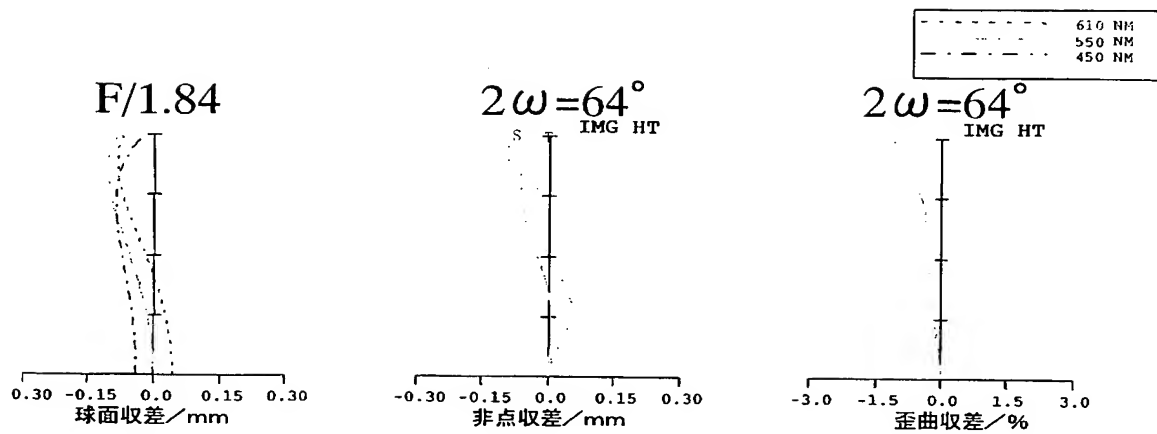
【図 3】



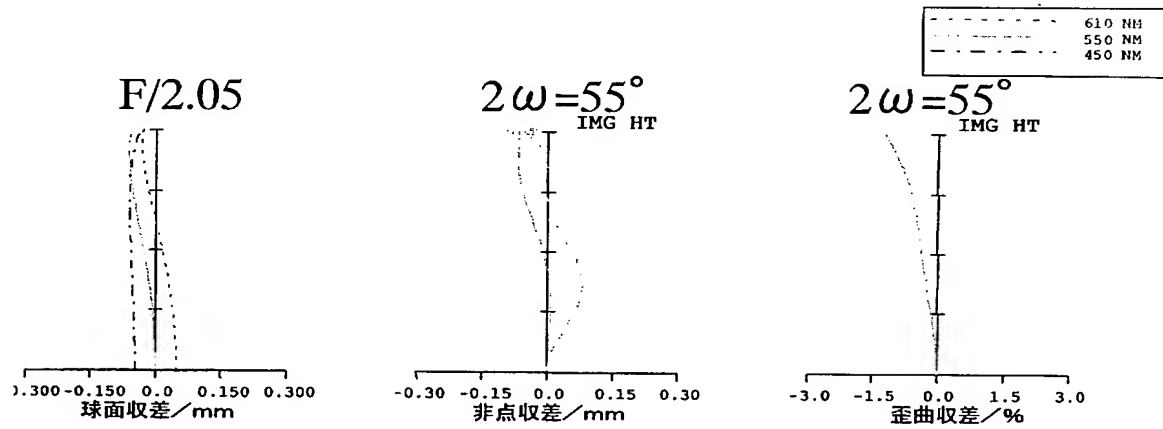
【図 4】



【図 5】

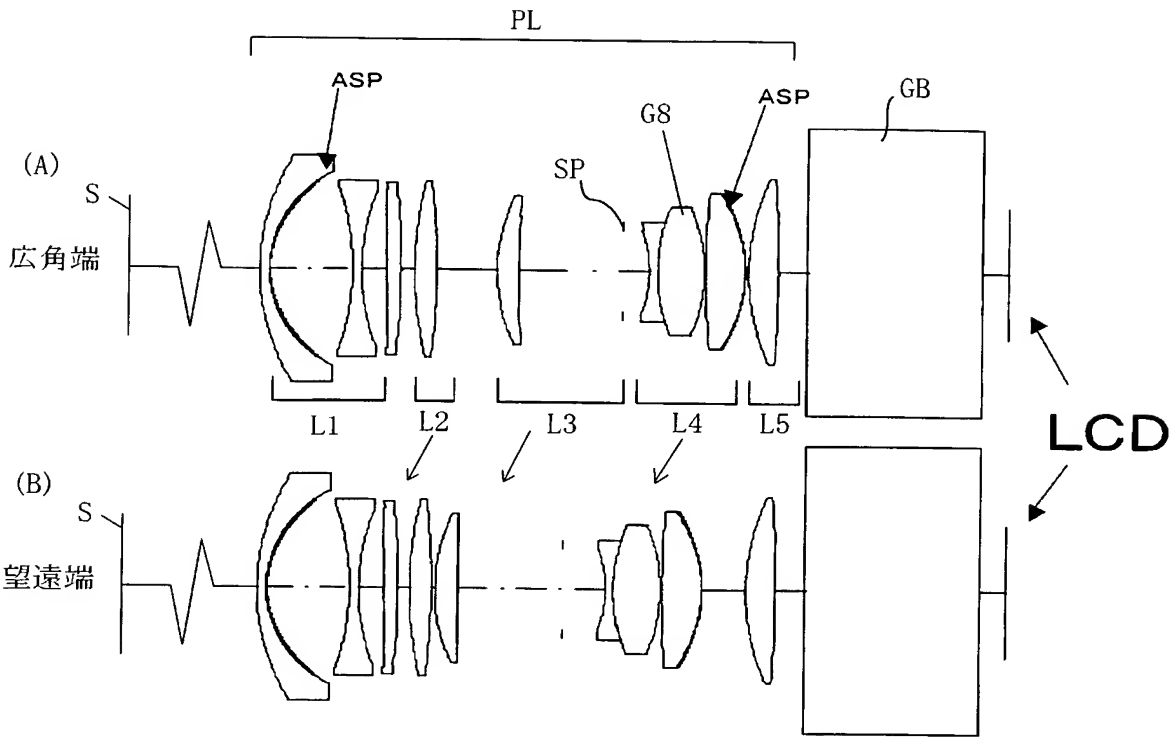


【図 6】

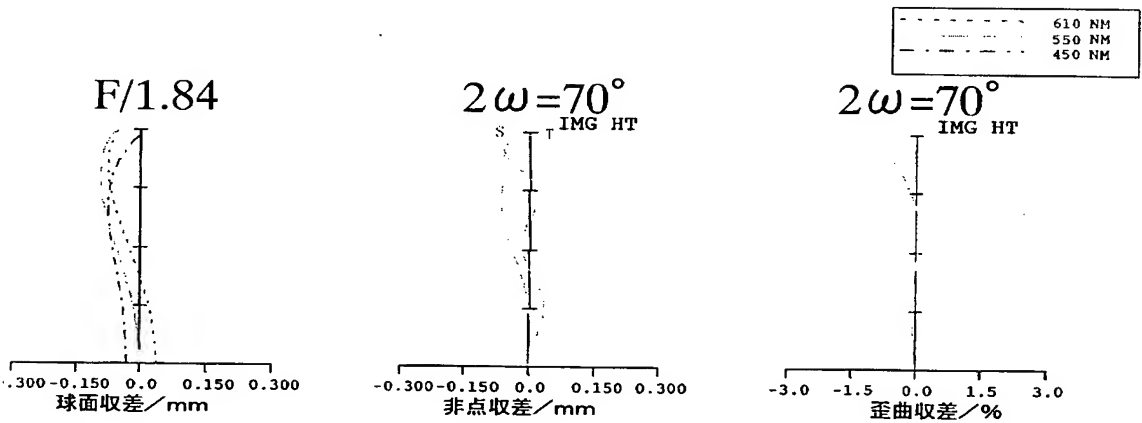




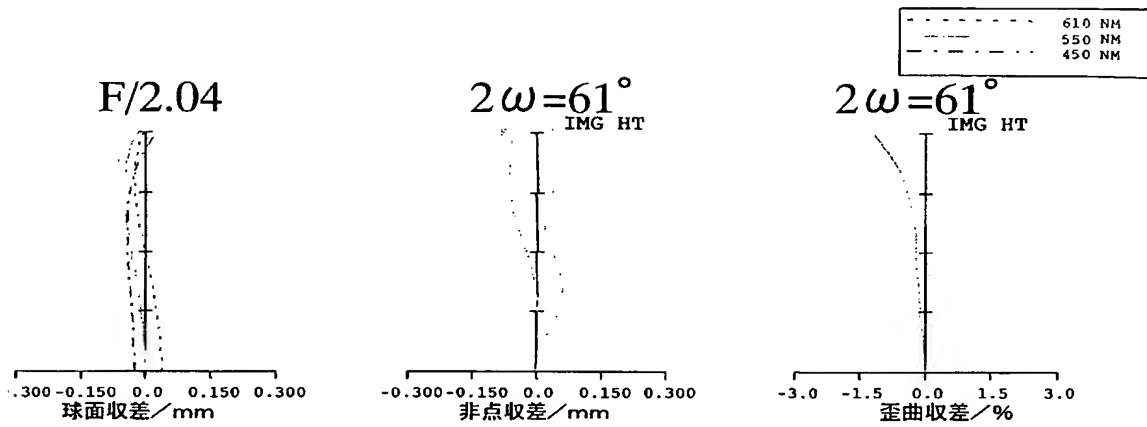
【図 7】



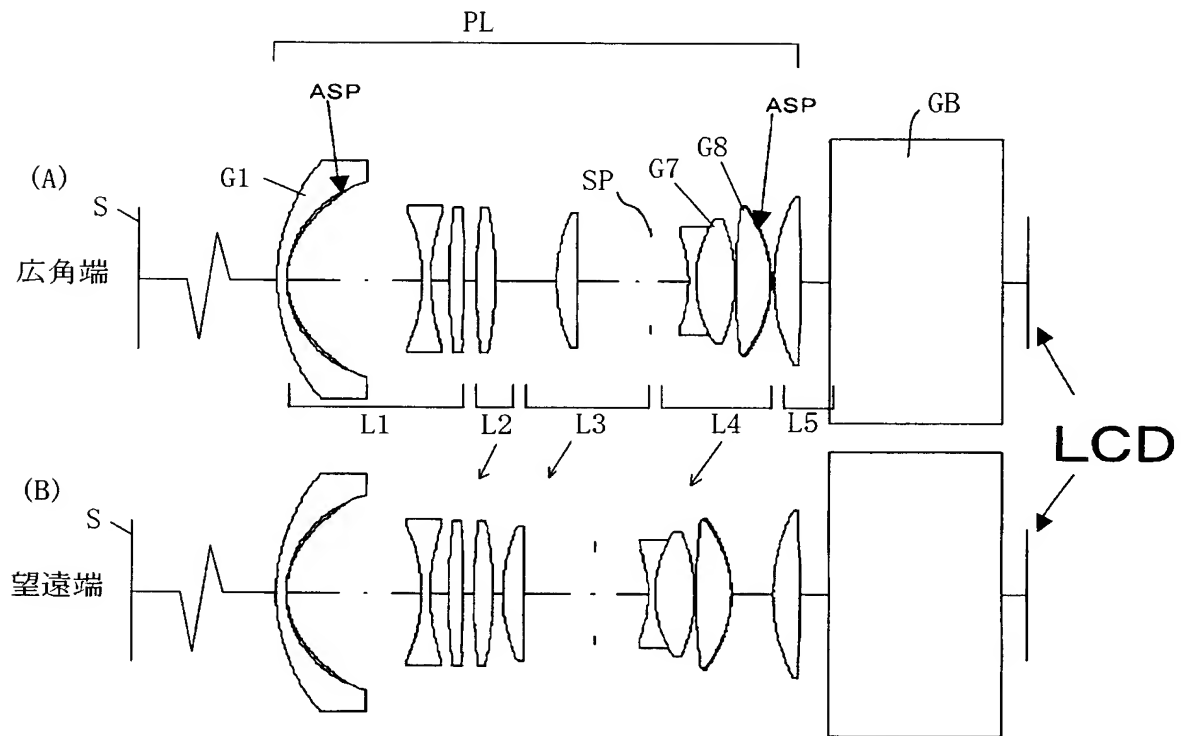
【図 8】



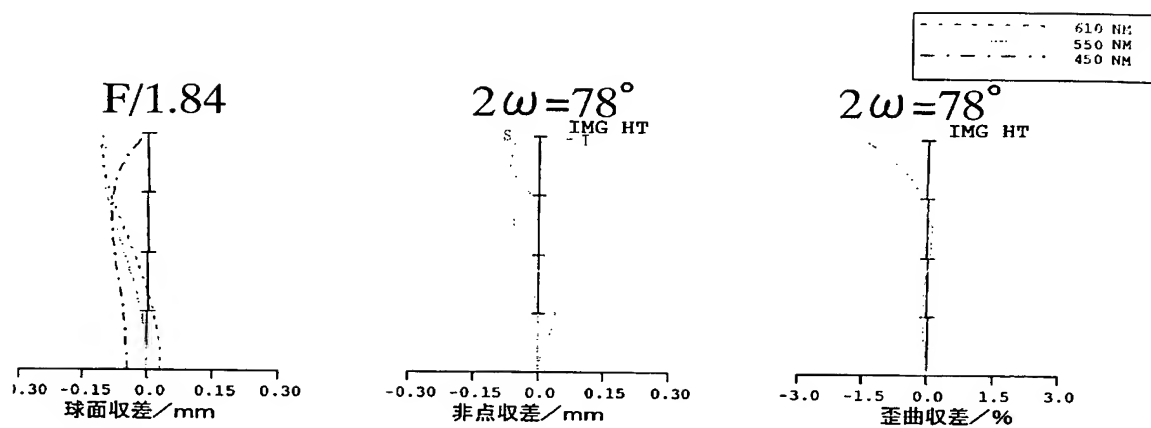
【図 9】



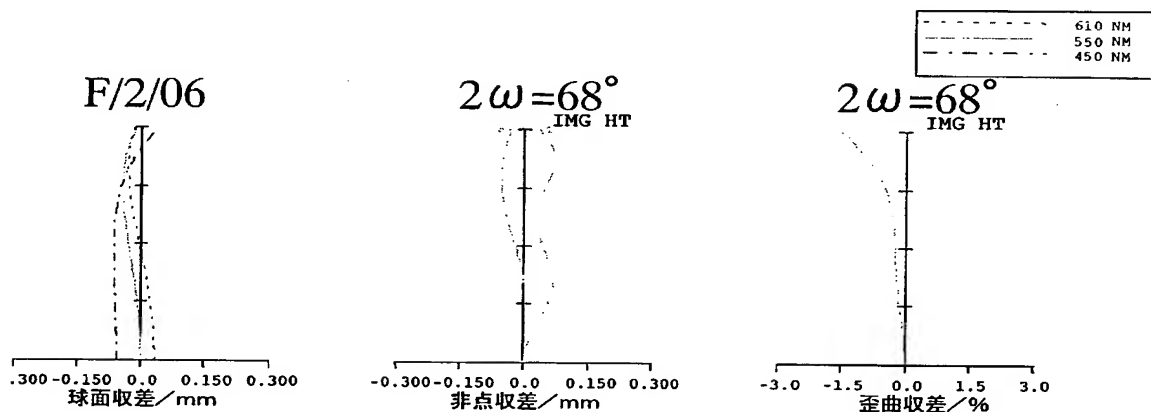
【図 10】



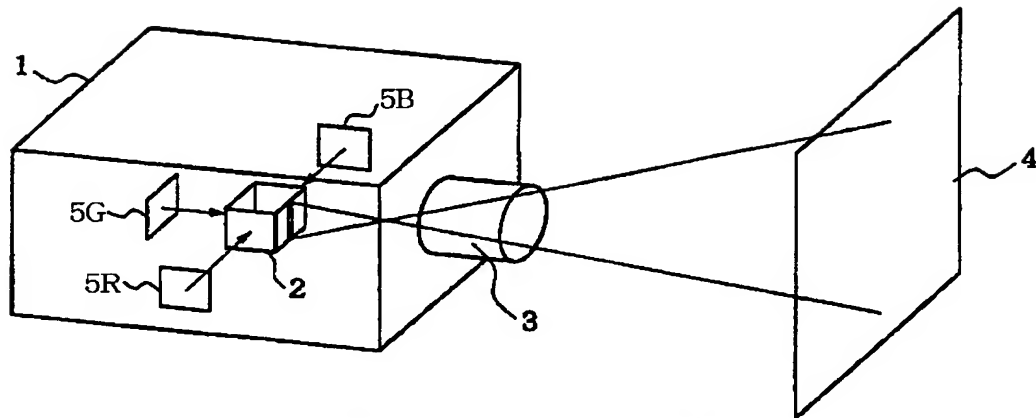
【図 1 1】



【図 1 2】

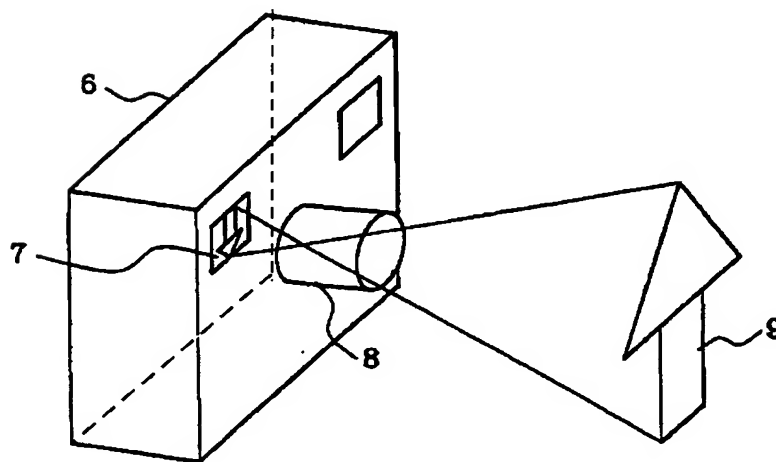


【図 13】



本発明を液晶プロジェクタに利用した場合

【図 14】



本発明をカメラに利用した場合

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 変倍に伴い変動する収差を良好に補正し全変倍範囲にわたり良好なる光学性能を有した、例えば、液晶プロジェクタに適したズームレンズ及びそれを有する画像投射装置を得ること。

【解決手段】 拡大側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群L1、正の屈折力を有する第2レンズ群L2、正の屈折力を有する第3レンズ群L3、正の屈折力を有する第4レンズ群L4、正の屈折力を有する第5レンズ群L5を有し、変倍に際して少なくとも3つのレンズ群が移動するズームレンズPLであって、該第5レンズ群を構成する正レンズの材料の平均屈折率を $N_{5p}$ とするとき

$$1.62 < N_{5p} < 1.85$$

の条件式を満足すること。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 2 - 2 1 2 6 5 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 1 0 0 7 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名

キャノン株式会社